Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung des Penicillium glaucum.

Von **Julius Wiesner.**

Vorgelegt in der Sitzung am 24. April 1873.

Im abgelaufenen Winter beschäftigte ich mich, meine Experimentaluntersuchungen über die Keimung der Samen wieder aufnehmend, unter anderem mit der Ausmittlung des unteren Nullpunktes der Keimung verschiedener Samen, und beobachtete hierbei das Auftreten eines Pilzmyceliums auf Hanf, Gerste, Erbsen u. s. w., welches sich bei einer Temperatur von 2—3° entwickelt haben musste. Als ich dieses Mycelium bei einer Temperatur von 9—10° C. im feuchten Raume cultivirte, entstanden daran die Pinselsporen des bekannten grünen Schimmels (Penicillium glaucum Lk.). Wenn ich mir nun auch den Einwand machen musste, dass sich der genannte Pilz bei der Cultur im warmen Raume auch eingeschlichen haben konnte, so war doch die Vermuthung berechtigt, dass die Entwicklung des Myceliums von Penicillium glaucum bei 2—3° C. noch stattfinden könne. Man hatte — meines Wissens — den genannten Schimmelpilz bei so niederer Temperatur noch nicht sich entwickeln sehen. H. Hoffmann gab in seiner umfangreichen Arbeit über die Keimung der Pilzsporen [1] an, dass die Sporen des genannten Pilzes erst bei 6·2—6·5° C. einen „deutlichen Anfang der Keimung" erkennen lassen.

Meine eben genannte mit H. Hoffmann's Angabe nicht übereinstimmende Wahrnehmung gab Veranlassung zu der vor-

[1] Untersuchungen über die Keimung der Pilzsporen. Pringsheim's Jahrb. für wiss. Bot. Bd. II. p. 267 ff.

liegenden kleinen Arbeit, welche den Zweck hatte, die Temperaturgrenzen zu ermitteln, innerhalb welcher die Sporen (Conidien) von Penicillium glaucum keimen, und das Mycelium und die Sporen dieses Pilzes sich bilden.

I. Methode der Untersuchung.

Zur Beobachtung des Eintrittes der Keimung bei verschiedenen Temperaturen standen zwei Wege offen: es konnten die Sporen in einem Wassertropfen oder überhaupt in einem Flüssigkeitstropfen auf dem Objectträger, oder auf einem feuchten bis nassen festen Substrate zum Keimen gebracht werden. Der erstere Weg bot den Vortheil dar, die Keimung einer Sporengruppe direct unter Mikroskop beobachten zu können. Allein ich habe aus mehrfachen Gründen diese Methode nicht in Anwendung gebracht. Es liess sich auf diese Weise zunächst eine durch Stunden und Tage währende constante Temperatur nicht erzielen, wenigstens nicht innerhalb jener Temperatursgrenzen, innerhalb welcher die Keimversuche vorzunehmen waren Es keimt ferner, wie schon von Hoffmann constatirt wurde [1], die Spore von Penicillium glaucum in einem Wassertropfen schlechter, nämlich minder sicher und erst nach längerer Zeit, als auf einem passenden Substrate in feuchter Luft. Die Wassermenge, welche der Spore geboten wird, wenn sie in einem Flüssigkeitstropfen schwebt oder von ihm bedeckt wird, ist hier für ein günstiges Keimen offenbar zu gross, wie -- nur des Vergleichs halber sei dies bemerkt — auch die meisten Samen unter Wasser nicht zum Keimen zu bringen sind, wenn auch alle anderen Keimungsbedingungen erfüllt sind. Ich habe zahlreiche vergleichende Versuche mit Sporen angestellt, indem ich eine Partie in einem Wassertropfen, eine andere auf ein passendes Substrat in einen feuchten Raum brachte; und immer erhielt ich im letztern Falle bessere Resultate. Namentlich bei Anwendung von niederen und hohen Temperaturen erhielt ich auf festen Substraten noch Keimungen, während die in Wasser oder anderen Flüssigkeiten zur Aussaat gebrachten Sporen unter sonst ganz gleichen Verhältnissen sich nicht mehr entwickelten. Diese Umstände bewogen mich, die directe Beobachtung der Keimung

[1] l. c. p. 328.

von im Wasser auf dem Objectträger liegenden Sporen aufzugeben, und den zweiten eben angedeuteten Weg einzuschlagen. Durch die Aussaat der Sporen auf ein feuchtes Substrat erwuchs mir der Vortheil, auf diesem gleich die Myceliumsentwicklung und die Entstehung der Sporen verfolgen zu können, freilich auch der Nachtheil, dass ich den Eintritt der Keimung nicht mit völliger Sicherheit constatiren konnte, da zur Feststellung der Erscheinung immer eine Partie der Sporen vom Substrate abgenommen werden musste, welche eben keinen sicheren Schluss auf das Verhalten der ganzen Aussaat erlaubte.

Um ein passendes Substrat zu finden, stellte ich zahlreiche Versuche an, deren Ergebnisse mich schliesslich bestimmten, die Aussaat auf den Schnittflächen frischer Citronen vorzunehmen. Wenn man auf Schnitte frischer Citronen im feuchten Raum, selbst bei gleicher Temperatur und Beleuchtung[1], Culturen von Penicillium glaucum durchführt, so wird man allerdings nicht selten die Beobachtung machen, dass Mycelien sowohl als Sporenfrüchte nach ungleichen Zeiträumen entstehen. Allein, bei Berücksichtigung der Flüssigkeitsmengen auf den angeschnittenen Citronen ist man im Stande, bei gleichen äusseren Verhältnissen eine grosse Constanz in den Entwicklungszeiten der Mycelien und Früchte zu erzielen. Am raschesten, sichersten und gleichmässigsten erhielt ich Keimungen der Sporen, Entwicklung von Mycelien und Sporenfrüchten, wenn ich die frisch abgeschnittenen Citronenscheiben auf Filterpapier so lange liegen liess, bis von letztem keine Flüssigkeit mehr aufgesaugt wurde. Derartige Schnitte benützte ich bei allen Versuchen. Auf stark nassen Citronenschnitten verspätete sich regelmässig die Keimung und die Mycelienentwicklung, und nicht selten unterblieb (im feuchten Raum) die Fruchtbildung

---

[1] Es hat den Anschein, als würde das Licht nicht ganz ohne Einfluss auf die Entwicklung des Penicilliums sein. In einer Dunkelheit, bei welcher die Keimlinge von *Lepidium sativum* nicht ergrünten, bildeten sich die Sporen dieses Pilzes rascher als im diffusen Tageslichte aus. Rothes und gelbes (durch spectroscopisch untersuchte Gläser oder Flüssigkeiten hindurchgegangenes) Licht verhielt sich wie Dunkelheit, blaues annähernd wie weisses diffuses Tageslicht. (Vgl. auch Hoffmann l. c. p. 321.)

gänzlich, selbst bei Temperaturen, welche der Entwicklung des genannten Pilzes am günstigsten sind.

Zur Aussaat benützte ich stets frische, bei einer Temperatur von 10—12° C. zur Entwicklung gekommene Sporen, wenn eben nicht der Versuch eine Aussaat erforderte, welche bei anderen Temperaturen reifte. Die Sporen wurden mit der gereinigten und gut abgetrockneten Zeigefinger-Beere durch leichtes Hinüberstreifen über die fructificirenden grünen Rasen des Pilzes abgenommen und auf die vorbereiteten Citronenschnitte gebracht. Die mit den Sporen versehenen Scheiben wurden in ein kleines Pulverglas gebracht, auf dessen Boden ein Quarzstück lag, welches mit seinem unteren Ende in eine 3—5 Millim. hohe Schichte von destillirtem Wasser tauchte, und auf die trockene Fläche des Steines aufgelegt. Das Gefäss wurde hierauf mit einem dicht anpassenden Kork geschlossen, durch welchen ein Thermometer hinabging, dessen Kugel ich an die Citrone andrückte.

Um nicht durch Mycelien getäuscht zu werden, welche etwa schon im Substrate wucherten, begnügte ich mich nicht damit, nur solche Citronenscheiben zum Versuche zu verwenden, welche, nach Stichproben zu urtheilen, anscheinend pilzfrei waren, sondern stellte stets Parallelversuche mit Citronenscheiben an, welche ohne Aussaat in ein zweites genau verschliessbares und mit Thermometer versehenes Glasgefäss gebracht wurden, und nahm die Beobachtung nur dann für verlässlich an, wenn die Citronenscheiben im zweiten Gefässe während der ganzen Versuchszeit frei von Mycelien blieben, was in der überwiegenden Mehrzahl der Versuche auch der Fall war.

Die Durchführung der Versuche bei 5°, 7°, 11° und 14° C. bot keinerlei Schwierigkeiten dar, da mehrere Räume meines Laboratoriums, die ungeheizt blieben, aber an temperirte Zimmer angrenzten, durch die Zeit von Jänner bis Mitte März ihre Temperaturen nur sehr wenig änderten. In einem Raum betrug das Min. 4·5, das Max. 5·6° C.; im zweiten das Min. 6·8, das Max. 7·4° C., zwei andere Räume wurden durch Heizung und Ventilation durch Tage hindurch auf constanter Temperatur (11° und 14° C.) erhalten.

Zur Erzielung von Temperaturen unter 5° C. wurden die in oben angegebener Weise adaptirten Gefässe direct auf Schnee gestellt oder bis zu einer bestimmten Tiefe in denselben eingesenkt. Auch dadurch erreichte ich noch Abstufungen in der Temperatur, dass ich die Gefässe in Thontiegel verschiedener Dicke einsetzte, welche in den Schnee hineingestellt wurden. Ich erreichte so durch Tage hindurch sehr constante Temperaturen von circa 1°, 1·5°, 2°, 3°, 3·5° und 4° C.

Um Temperaturen zu erhalten, welche über 14° C. lagen, bediente ich mich eines Wasserbades, nach der Construction von Jungbluth. Es ist dies ein mit vier Flammen wärmender, mittelst Petroleum heizbarer Apparat, welcher nicht nur eine sehr feine Nüancirung der Temperatur, sondern, bei einigermassen sorgfältiger Einstellung durch 24 Stunden und darüber sehr constante Erwärmungen zulässt. Die Apparate wurden entweder direct in das erwärmte Wasser etwa bis zur Mitte eintauchen gelassen, oder, wenn es sich um verhältnissmässig niedere Temperatur handelte, auf Schalen gestellt, welche auf dem erwärmten Wasser des Bades schwammen.

Zur Ermittlung des Beginnes der Keimung wurde von Zeit zu Zeit eine Partie der Sporen von der Citrone abgenommen und unter Mikroskop untersucht. Das Auftreten der Mycelien und Sporenfrüchte trachtete ich wohl auch stets mikroskopisch zu verfolgen, namentlich in jenen Fällen, in welchen diese Gebilde makroskopisch gar nicht zur Erscheinung kamen.

II. Beobachtungen.

Nr. 1. Mittlere Temperatur: 1° C. Schwankungen: 0·9—1·2° C. Die Sporen keimten nicht. Mycelien, die sich bei 5°, 7°, 11° entwickelt hatten, wuchsen bei 1° nicht weiter. Bei dieser Temperatur erfolgt also weder Keimung, noch Mycel-, noch Sporenbildung.

Nr. 2. Mittlere Temp. 1·5° C. Schwankungen: 1·4—1·7° C., In 2 Versuchen keimten die Sporen, in 8 Versuchen nicht. Die gekeimten Sporen trieben nur kurze Schläuche und bildeten kein Mycelium. Bei höherer Temperatur (5°, 7°, 11°) erwachsene Mycelien entwickelten sich bei 1·5 C. nicht weiter.

Nr. 3. Mittlere Temp.: 2° C. Schwankungen: 1·8—2·4° C. In drei Versuchen trieben die Sporen nach 5—6 Tagen kurze Keimschläuche, und entwickelten kein Mycelium. In einem Versuche blieben die Sporen unverändert. Bei 5, 7, 11, und 14° C. zur Entwicklung gekommene Myceelien blieben bei 2° C. unverändert.

Nr. 4. Mittl. Temp.: 2·5° C. Schwankungen: 2·4—2·6 C. In sechs Versuchen Keimung nach 2—4 Tagen, in einem nicht. Nach 3—5 Tagen waren die Myeelien mikroskopisch, nach 5—7 Tagen[1] makroskopisch erkennbar, Sporenbildung nicht nachweisbar.

Nr. 5. Mittl. Temp.: 3° C. Schwankungen: 2·9—3·2° C. In allen Versuchen nach 2—3 Tagen Keimung. Die Myeelien erschienen mikroskopisch (in zwei Fällen) nach 3—4 Tagen, nach 3·5—8·5 Tagen auch makroskopisch. In einem Falle unterblieb die Myeelbildung. In einem Versuche erschienen am achten Tage Sporenfrüchte, welche am neunten Tage schon makroskopisch nachweisbar waren.

Nr. 6. Mittl. Temp.: 3·5° Schwankungen: 3·4—3·8° C. In allen Versuchen nach 2—2·5 Tagen Keimung. Myeelienbildung[2] nach 3—4, Sporenbildung nach 8 Tagen.

Nr. 7. Mittl. Temp.: 4° C. Schwankungen 3·9—4·2° C. Durchgängig Keimung nach 2 Tagen. Myeelbildung nach 3, Sporenbildung nach 7·5—8 Tagen.

Nr. 8. Mittl. Temp.: 5° C. Schwankungen: 4·8—5.1° C. In allen Fällen Keimung (nach 1·5), Myeelbildung (mikroskopisch nach 2, makrosk. nach 2·8—3) und Sporenbildung (mikr. nach 6·5, makr. nach 7 Tagen).

Nr. 9. Mittl. Temp.: 7° C. Schwankungen: 6·5—7·1° C. Durchgängig Keimung (nach 1·2), Myeelbildung (nach 3) und Sporenbildung nach (6—6·5 Tagen).

Nr. 10. Mittl. Temp.: 11° C. Schwankungen: 10·8—11·4° C. Stets Keimung (nach 1), Myeelbildung (nach 2—3), Sporenbildung (nach 4 Tagen).

---

[1] Alle Zeiten von der Aussaat der Sporen an gerechnet.

[2] Hier und in allen nicht besonders bezeichneten Fällen wurde der Eintritt der Mycel- und Sporenbildung makroskopisch festgestellt.

Nr. 11. Mittl. Temp. 14° C. Schwankungen: 13·8—14.2° C. In allen Fällen (nach 0·7—0·8) Keimung, Mycelbildung (nach 2) und Sporenbildung (nach 3 Tagen).

Nr. 12. Mittl. Temp. 17° C. Schwankungen: 16·4— 17·8 C. Dasselbe.

Nr. 13. Mittl. Temp.: 22° C. Schwankungen 21—22·9° C. Durchgängig Keimung (nach 0·25), Mycelbildung (nach 1) und Sporenbildung (nach 1·5 Tagen).

Nr. 14. Mittl. Temp.: 26° C. Schwankungen: 25—27° C. Durchwegs Keimung (nach 0·5), Mycelbildung (nach 0·9—1·08), Sporenbildung (nach 1·3—2·7 Tagen).

Nr. 15. Mittl. Temp.: 32° C. Schwankungen: 31·2—32·8. In allen Fällen Keimung (nach 0·7), Mycelbildung (nach 0·9—1·25) Sporenbildung (nach 1·5—2·8 Tagen).

Nr. 16. Mittl. Temp.: 35° C. Schwankungen: 34—35·5° C. Stets Keimung (nach 0·4), Mycelbildung (nach 1—2), Sporenbildung in einzelnen Fällen (nach 1·25—2·5 Tagen).

Nr. 17. Mittl. Temp.: 38° C. Schwankungen: 37—39° C. Stets Keimung (nach 0·4—0·7), Mycelbildung in einzelnen Fällen (nach 2—2·5 Tagen), Sporenbildung in zwei Versuchen[1] (nach 2·2—3 Tagen); in zwei Versuchen unterblieb dieselbe.

Nr. 18. Mittl. Temp.: 40° C. Schwankungen: 39·5—41° C. Sporenkeimung in allen Fällen (nach 0·6—0·8 Tagen). Keimende Sporen kaum aufgequollen. Mycelbildung einmal (mikroskopisch) nach 2·5 Tagen. In vier Versuchen keine Mycelien. Sporenbildung sehr selten und abnorm, nur mikroskopisch nachweisbar. Über 40° C. (41—43°C.) erhielt ich nur in einigen wenigen Fällen Keimungen (innerhalb eines halben bis eines Tages), zweifelhafte Mycelien und keine Sporenfrüchte.[2] In zwei Versuchen stellte sich allerdings ein Mycelium ein, welches aber, bei 14° C. cultivirt, nach 8 Tagen noch keine Penicilliumsporen hervor-

---

[1] Die Sporenbildung war hier schon eine ganz abnorme. Die Sterigmen (Basilarzellen) waren nur in sehr geringer Zahl vorhanden, und schnürten nur wenige Sporen ab. Hier und dort bemerkte ich halbmondförmig gestaltete Sterigmen, mit vereinzelt auftretenden Sporen.

[2] Nach Hoffmann (l. c. p. 325) sollen sich die Früchte von Pen. gl. auch noch bei 73—74° C. bilden können. Über 43° C. hinaus erhielt ich keine Keimungen mehr.

brachte. Später stellten sich Sporenfrüchte von Aspergillus ein, doch möchte ich nicht behaupten, dass selbe aus dem bei hoher Temperatur entstandenen Mycelium hervorgingen; denn ebenso gut könnte sich der genannte Pilz während des ziemlich lang dauernden Versuches eingeschlichen haben. — Mycelien, welche sich bei Temperaturen von 22, 26, 32 und 34° C. entwickelten, wurden im feuchten Raume durch Tage bei einer Temperatur von 38—40° C. cultivirt, um etwaige Fruchtbildung zu beobachten. Ich konnte in keinem einzigen Falle, weder mikroskopisch, noch makroskopisch, das Enstehen von Sporen wahrnehmen.

Nr. 19. Eine Citronenscheibe mit einem bei 2·5° C. erwachsenen Mycelium überdeckt, wurde halbirt. Eine Hälfte beliess ich bei 2·5° C. und auf derselben bildeten sich nach 14 Tagen — vom Beginne des Versuches an gerechnet — noch keine Sporenfrüchte. Die andere Hälfte wurde im feuchten Raume bei 5° C cultivirt; es erschienen nach sechs Tagen Sporenfrüchte, während in diesem Raume vom Sichtbarwerden der Mycelien bis zum Erscheinen der Sporen blos ein Zeitraum von 4 Tagen verstrich. (Vgl. Versuch Nr. 8.)

Nr. 20. Bei 3° C. erwachsene Mycelien wurden zur Fruchtbildung in einen Raum gebracht, in welchem die Temperatur der Citronenschnitte circa 14° C. betrug. Die Sporenbildung trat nach 1·5 Tagen ein, während bei dieser Temperatur blos ein Tag nothwendig ist, damit die Sporen makroskopisch sichtbar werden. (Vergl. Vers. Nr. 11.)

Nr. 21. Mycelien, die sich bei 5° C. entwickelten, bildeten bei 14° C. erst nach 2 Tagen Sporen.

Nr. 22. Bei 5° C. entwickelte Mycelien bildeten bei 22° C. erst nach 1·2 Tagen Sporen.

Nr. 23. Bei 7° C. entwickelte Mycelien bildeten bei 22° C. erst nach Ablauf eines Tages Sporen.

Nr. 24. Bei 11° C. gebildete Mycelien ergrünten durch Sporenbildung bei 32° C. nach 1·6 Tagen.

Nr. 25. Eine Citronenscheibe, auf welcher sich bei 7° C. Mycelien entwickelten, wurde halbirt; eine Hälfte cultivirte ich

bei 7° C. weiter, die zweite bei 3·5° C. Während die erste nach Ablauf von 3 Tagen ergrünt war, ergrünte die zweite nach 3·8 Tagen, also rascher als ein bei 3·5° C., aber langsamer als ein bei 7° C. cultivirtes Penicillium.

Nr. 26. Bei 11° C. cultivirte Mycelien brachten bei 3·5° C. nach 3·8 Tagen Sporenfrüchte hervor.

Nr. 27. Mycelien, bei 22° C. erwachsen, fructificirten bei 11° C. nach 1·2 Tagen.

Nr. 28. Sporen, welche bei 14° C. reiften, scheinen bei 3° C. etwas rascher zu keimen, als solche, welche sich bei 3° entwickelten; hingegen bei 22° C. langsamer Schläuche zu treiben, als solche, welche bei dieser Temperatur zur Entwicklung kamen. Eine genaue Prüfung der Keimungsgeschwindigkeit liess sich nach der eben erwähnten Methode, welche ihrer Natur nach gerade in Bezug auf die Feststellung dieser Erscheinung keine präcisen Resultate liefert, nicht durchführen.

III. Resultate.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen ergibt sich zunächst, dass bei Cultur auf feuchtem Fleisch der Citrone[1] die Sporen (Conidien) von Penicillium glaucum nicht unter 1·5° C. und nicht über 43° C. keimen (Vers. Nr. 1. bis Nr. 18); dass die Entwicklung des Myceliums dieses Pilzes zwischen 2·5—40° C. (Vers. Nr. 4 bis Nr. 18), und die Sporenbildung zwischen 3°—40° C. stattfindet (Vers. Nr. 5—18).

In der Nähe des unteren (bei 1·5—2·5°) und oberen Nullpunktes der Sporenkeimung (41—43° C.) ist die Keimung eine unsichere, da sie in einzelnen Fällen zu Stande kömmt, in anderen

[1] Ich halte es nach allen von mir angestellten Versuchen für höchst wahrscheinlich, dass die angeführten Temperaturgrade die wahren Grenzwerthe für die Entwicklung des genannten Pilzes bilden. Keinesfalls möchte ich jedoch diese Zahlen als unumstösslich aufgenommen wissen. Bei der auffallenden Abhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit des genannten Pilzes vom Substrate und selbst vom Wassergehalte des letztern wäre es immerhin möglich, dass bei Auffindung noch günstigerer Entwicklungsbedingungen die Nullpunkte der Entwicklung noch weiter auseinander liegen.

nicht (vgl. Vers. Nr. 2—4 und 18). Es keimen bei diesen niederen und hohen Temperaturen nur solche Sporen, welche besonders kräftig sind, oder vielleicht richtiger, nur solche, welche in Folge besonderer Eigenthümlichkeit gerade diesen Keimungsbedingungen am besten angepasst sind. — Zwischen 3 und 40° C. erfolgt das Keimen der Sporen sicher, wenn auch nicht gerade stets normal. So quellen die bei 40° C. keimenden Sporen nur wenig auf, und lassen meist keine Vacuolen erkennen, während die zwischen 5—32° C. keimenden Sporen vor dem Treiben der Keimschläuche eine starke Aufquellung erkennen lassen.

Ebenso zeigt sich in der Nähe des unteren (2·5—3° C.) und des oberen Nullpunktes 35—40° C. der Mycelienentwicklung eine unverkennbare Unsicherheit, welche nicht nur darin besteht, dass in einzelnen Fällen Mycelien zur Entwicklung kommen, und in andern nicht, sondern dass die Entwicklungsdauer verschieden ausfällt. (Vgl. die Vers. Nr. 4, 5 und 17, 18.)

Auch in der Nähe der Temperaturgrenzen für die Sporenentwicklung zeigt sich ein ähnliches Verhalten. (Vers. Nr. 5, 16, 17 und 18.)

Es scheint, als würden in der Nähe des unteren und des oberen Nullpunktes der Keimung und Entwicklung des Penicillium glaucum die individuellen Eigenthümlichkeiten der Sporen, beziehungsweise der Mycelelemente für die Weiterentwicklung schärfer als bei Temperaturen hervortreten, welche der Ausbildung dieses Pilzes günstig sind.

Aus der nachfolgenden Tabelle, welche für bestimmte Temperaturen die mittleren Zeiten der Keimung, des Sichtbarwerdens der Mycelien und des Erscheinens der Sporen enthält ergibt sich, dass:

1. Die Keimungsgeschwindigkeit vom untern Nullpunkt continuirlich bis zu 22° C. zunimmt, von da ab und bis zum oberen Nullpunkt (42—43° C), jedoch discontinuirlich abnimmt;

2. dass die Geschwindigkeit der Mycelentwicklung vom unteren Nullpunkt (2·5° C.) bis zu 26° C. continuirlich zu-, und von hier, jedoch nicht continuirlich, abnimmt;

endlich 3., dass auch die Entwicklungsgeschwindigkeit der Sporen in gleicher Weise zu- und abnimmt, und bei 22° C. ihr Maximum erreicht.

Temperatur.	Zeit von der Aussaat der Sporen bis zum Eintritt der Keimung.	Zeit von der Auss. d. Sporen bis zum Sichtbarwenden d. Mycel.	Zeit v. d. Auss. bis z. Erscheinen der Sporen.
1·5° C.	5·8 Tage	—	—
2	5·5 „	—	—
2·5	3 „	6 Tage	—
3	2·5 „	4 „	9 Tage
3·5	2·25 „	3·5 „	8 „
4	2 „	3 „	7·75 „
5	1·5 „	2·9 „	7 „
7	1·2 „	3 „	6·25 „
11	1 „	2·3 „	4 „
14	0·75 „	2 „	3 „
17	0·75 „	2 „	3 „
22	0·25 „	1 „	1·5 „
26	0·5 „	0·99 „	2 „
32	0·7 „	1·01 „	2·1 „
35	0·4 „	1·5 „	1·58 „
38	0·55 „	2·25 „	2·6 „
40	0·7 „	2·5 „	3·5 „
42—43	0·3 „	1·8 „ (?)	—

Es ist selbstverständlich, dass durch Einschaltung neuer Beobachtungen, welche bei Temperaturen um 22° C., beziehungsweise um 26° C. vorzunehmen wären, sich noch eine grössere Genauigkeit in der Ermittlung der Maxima der Entwicklungsgeschwindigkeiten erzielen liesse.

Bemerkenswerth ist auch die aus den Versuchen Nr. 19—28 hervorgehende Thatsache, dass der Zeitpunkt des Eintritts der Sporenbildung nicht nur von der Temperatur abhängig ist, bei welcher das Mycelium fructificirt, sondern auch von jenen Temperaturen, bei welchen sich das Mycelium entwickelt hat.

Mycelien, welche bei einer, die Sporenbildung verzögernden Temperatur entstanden sind, bei einer Temperatur cultivirt, welche die Fructification beschleunigt, zeigen eine Förderung ihrer Fruchtbildung, und umgekehrt, wie aus den beiden folgenden, aus obigen Beobachtungen resultirenden Sätzen hervorgeht.

Mycelien, welche bei einer Temperatur t in der Zeit n Sporen bilden, bringen — innerhalb der Grenzen continuirlicher Änderung der Entwicklungsgeschwindigkeit — der h ö h e r e n Temperatur t' ausgesetzt, nicht in der Zeit n', in welcher das Mycelium bei der

constanten Temperatur t' fructificirte, Früchte; sondern erst nach Ablauf der Zeit n'', welche gleich oder kleiner als $\frac{n+n'}{2}$ aber grösser als n' ist (Versuche Nr. 19—24).

Mycelien hingegen, die bei einer Temperatur t in der Zeit n fructificiren, bilden bei der niederen Temperatur t' ihre Früchte nicht in der Zeit n', in der das Mycelium, fortwährend unter dem Einflusse der Temperatur t', Sporen hervorbringt, sondern nach Ablauf der Zeit n'', welche gleich oder grösser als $\frac{n+n'}{2}$ und kleiner als n' ist (Versuche Nr. 25—28).

Ob die Keimungsgeschwindigkeit der Sporen auch von jener Temperatur abhängig sind, bei welcher sie entstanden sind, wie der Versuch Nr. 28 vermuthen lässt, müssen erst spätere Untersuchungen lehren.